



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 43 09 353 C 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 04 N 5/225**  
H 04 N 7/18  
G 01 C 11/06  
G 01 D 3/00

⑳ Aktenzeichen: P 43 09 353.1-31  
㉔ Anmeldetag: 23. 3. 93  
㉕ Offenlegungstag: —  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 11. 5. 94

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

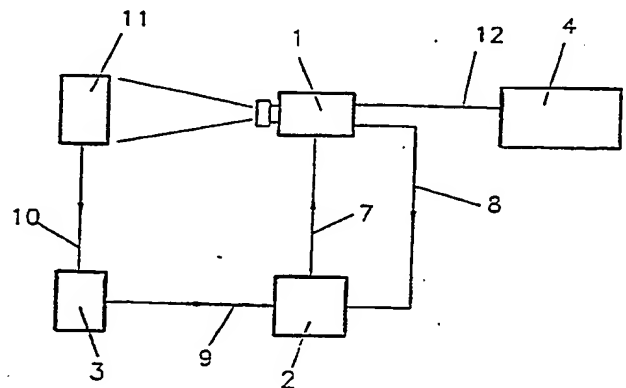
㉗ Patentinhaber:  
Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt  
eV, 53127 Bonn, DE  
  
㉘ Vertreter:  
Rehberg, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 37085 Göttingen

㉙ Erfinder:  
Stasicki, Boleslaw, Dr., 3400 Göttingen, DE; Meier,  
Gerd E.A., Prof., 3400 Göttingen, DE

㉚ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 89 03 402 U1  
WO 9 10 19 382 A1

㉛ Verwendung einer Videokamera und Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung von Vorgängen

㉜ Zur stroboskopischen Aufzeichnung und Wiedergabe von sich wiederholenden Vorgängen, wie z. B. schwingenden Objekten (11), sind eine Videokamera (1) für die Anfertigung einer Vielzahl von Momentaufnahmen des Vorgangs und eine Steuerschaltung (2) vorgesehen. Die Videokamera (1) weist einen asynchron zu ihrer festen Bildfrequenz ansteuerbaren Verschluss auf, der eingangsseitig mit einem ein Ansteuersignal (7) abgebenden Ausgang der Steuerschaltung (2) verbunden ist. Die Steuerschaltung (2) ist eingangsseitig mit einem ein Bildaufnahmebereitschaftssignal (8) abgebenden Ausgang der Videokamera (1) verbunden und wird von einem externen Triggersignal (9) beaufschlagt. Die Steuerschaltung (2) generiert aus dem Triggersignal (9) nur dann ein Ansteuersignal (7), wenn das Bildaufnahmebereitschaftssignal (8) von der Videokamera (1) vorliegt.



DE 43 09 353 C 1

DE 43 09 353 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf die Verwendung einer Videokamera mit asynchron ansteuerbarem Verschuß und auf eine Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung und Wiedergabe von sich wiederholenden Vorgängen, mit einer Videokamera für die Anfertigung einer Vielzahl von Momentaufnahmen des Vorgangs und mit einer Steuerschaltung.

Stroboskopische Aufzeichnungen von sich periodisch oder auch nichtperiodisch wiederholenden Vorgängen können beispielsweise dazu genutzt werden, die Vorgänge selbst zu analysieren oder den Vorgängen überlagerte, langsame Ereignisse zu beobachten. Hierzu wird entweder eine gegenüber der Frequenz des Vorgangs leicht verschobene Frequenz oder aber die dem Vorgang genau entsprechende Frequenz für die einzelnen Aufzeichnungen des Vorgangs gewählt. Die verschobene Frequenz ergibt eine Zeitlupenaufnahme des Vorgangs, wobei die Phasenverschiebung zwischen den einzelnen Aufzeichnungen des Vorgangs von der Differenz der beiden Frequenzen abhängt. Aus übereinstimmenden Frequenzen resultiert ein Standbild, das dem sich wiederholenden Vorgang überlagerte Ereignisse zutage treten läßt.

Videokameras liefern ein in Bilder und/oder Halbbilder unterteiltes, sequentielles Videosignal mit im kontinuierlichen Betrieb der Videokamera fester Bild- bzw. Halbbildfrequenz. Im Folgenden wird zwischen Bildern und Halbbildern nicht unterschieden, da diese Differenzierung für die vorliegende Erfindung nicht von Bedeutung ist. Mit Bildern ist hier immer die kleinste zweidimensionale Aufzeichnungseinheit bezeichnet.

Videokameras weisen eine Vielzahl von Bildsegmenten auf, die während einer Verschußzeit die einfallende Lichtintensität auf integrieren, wodurch eine Aufnahme belichtet wird. Am Ende der Verschußzeit übergeben die Bildsegmente die aufintegrierten Lichtintensitäten parallel an einen Zwischenspeicher. Bis die nächsten Lichtintensitäten von den Bildsegmenten an den Zwischenspeicher übergeben werden, wird dieser zeilenweise ausgelesen, so daß das Videosignal der Videokamera entsteht. Der die Verschußzeiten der Videokamera bestimmende Verschuß ist bei bekannten Videokameras mit der Bildfrequenz der Videokamera synchronisiert. Das Ende der Verschußzeit, die maximal die Dauer eines Bilds aufweist, fällt dabei mit dem Ende des jeweiligen Bilds sowohl bezüglich der Bildsegmente als auch des Zwischenspeichers zusammen.

Bei einer aus der WO 91/019382 A1 bekannten Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art findet ein Verfahren Anwendung, das auch als "Restart"-Technik oder als asynchroner "Reset" bezeichnet wird. Dabei wird aus einem externen Blitzlichtsignal ein Triggersignal generiert, das die Videokamera als solches ansteuert. Das Blitzlichtsignal löst ein Blitzlicht zur Beleuchtung eines Objekts aus. Am Ende der Beleuchtung löst das Triggersignal bei der Videokamera die Übergabe der bis dahin auf integrierten Lichtintensitäten von den Bildsegmenten an den Zwischenspeicher aus. Als Nachteil des Verfahrens stellt sich heraus, daß das Ausgangssignal der Videokamera keine Videonorm erfüllt. Die einzelnen Bilder fallen in der Frequenz des Blitzlichtsignals bzw. des daraus generierten Triggersignals an und weisen Abstände untereinander auf, die von dem Unterschied in der Frequenz des Triggersignals und der der Videonorm entsprechenden Bildfrequenz der Videokamera abhängen. Nachteilig ist auch, daß das Triggersignal den

noch nicht ausgelesenen Inhalt des Zwischenspeichers der Videokamera löscht und deshalb selbst bei kurzer Belichtungszeit die halbe Bildfrequenz der Videokamera nicht überschreiten darf. Sobald der Abstand der einzelnen Blitzlichtimpulse bzw. der einzelnen Triggerimpulse kleiner als die doppelte Bildlänge der Videokamera ist, ergibt sich eine gegenseitige Störung der einzelnen Aufnahmen des Objekts, da die jeweils vorhergehende Aufnahme noch nicht vollständig ausgelesen ist.

Um ein Ausgangssignal der Videokamera nach Videonorm zu erhalten, ist es nach der WO 91/019382 A1 bekannt, das Triggersignal so aus dem Blitzlichtsignal zu generieren, daß der zu einem Blitzlichtimpuls gehörige Triggerimpuls zeitgleich mit dem Ende des auf den Blitzlichtimpuls folgenden Bildes anfällt. Die gegenseitige Störung der Blitzlichtimpulse bei höherer Frequenz ist dadurch jedoch nicht beseitigt. Im übrigen ist dieses Verfahren nur in Verbindung mit einem Blitzlicht zur Beleuchtung des von der Videokamera erfaßten Objektes durchführbar.

Klassische stroboskopische Verfahren machen von der stroboskopischen Beleuchtung des Vorgangs mit Lichtblitzen oder der stroboskopischen Projektion des Vorgangs mit einem Drehspiegel Gebrauch. Diese Verfahren sind auch in Verbindung mit einer Videokamera durchführbar. Es gibt jedoch eine Vielzahl von Vorgängen, die keine Blitzbeleuchtung zulassen oder bei denen eine Blitzbeleuchtung zu keinem auswertbaren Bild führt. Als Beispiele seien fluoreszierende und selbstleuchtende Objekte genannt. In diesen Fällen muß auf stroboskopische Verfahren unter Verwendung von Drehspiegeln zurückgegriffen werden. Drehspiegel sind jedoch als optomechanische Bauteile äußerst empfindlich und kostspielig.

Zur Anfertigung von Einzelaufnahmen eines Objekts oder eines Vorgangs mit einer Videokamera ist es aus der DE 89 03 402 U1 bekannt, der Videokamera einen Bildverstärker vom sogenannten "Micro Channel Plate"-Typ vorzuschalten, der zugleich die Funktion eines asynchronen Verschlusses aufweist. Der Bildverstärker wird für kurze Zeit aktiviert. Das von dem Bildverstärker hinsichtlich der einzelnen Lichtintensitäten verstärkte Bild wird von der Videokamera aufgezeichnet. Die daraus resultierende Aufnahme des Objekts bzw. Vorgangs wird als Einzelaufnahme weiterverarbeitet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine neue Verwendung einer Videokamera mit asynchron ansteuerbarem Verschuß aufzuzeigen und eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art derart weiterzubilden, daß mit normaler Videonorm-Technik auswertbare stroboskopische Aufnahmen anfallen.

Erfindungsgemäß wird eine Videokamera mit einem asynchron ansteuerbaren Verschuß zur stroboskopischen Aufzeichnung von sich wiederholenden Vorgängen verwendet, wobei mit der Videokamera eine Vielzahl von Momentaufnahmen des Vorgangs angefertigt wird, wobei der Verschuß der Videokamera für jede Momentaufnahme des Vorgangs in Abhängigkeit von einem externen Triggersignal, asynchron zu der festen Bildfrequenz der Videokamera belichtet wird und wobei die Belichtung nur dann erfolgt, wenn die vorherige Momentaufnahme bereits aus der Videokamera ausgelesen ist. Grundlage der neuen Verwendung der prinzipiell bekannten Videokamera ist die Trennung der Betätigung des Verschlusses von der Bildfrequenz der Videokamera bei der Anfertigung stroboskopischer Aufzeichnungen. Der Verschuß wird in Abhängigkeit von

dem zu beobachtenden Vorgang asynchron zur Bildfrequenz ausgelöst. Hiervon bleibt jedoch die Frequenz, mit der die einzelnen Aufnahmen aus der Videokamera ausgelesen werden, unbeeinflusst. Es erfolgt weiterhin in herkömmlicher Videonorm, wodurch die einfache Weiterverarbeitung der Aufnahmen ermöglicht ist. Ein Ansteuersignal zur Auslösung des Verschlusses der Videokamera wird vorzugsweise aus einem aus dem Vorgang selbst gewonnenen Triggersignal generiert. Dabei resultiert ein einzelner Triggerimpuls des Triggersignals nur dann in einen entsprechenden Ansteuerimpuls bei dem Ansteuersignal, wenn zugleich feststeht, daß das Auslesen der vorherigen Aufnahme aus der Videokamera abgeschlossen ist, d. h., daß die Videokamera aufnahmebereit ist und daß das Auslösen des Verschlusses nicht zu einem teilweisen Löschen der vorherigen Aufnahme führt. Der mittlere Abstand der einzelnen Ansteuerimpulse ist damit mindestens genauso lang wie zwei Bilder der Videokamera. Ein bereits hinreichend niederfrequentes Triggersignale kann ohne Beeinträchtigungen unmittelbar als Ansteuersignal für den Verschluß der Videokamera verwendet werden. Höherfrequente Triggersignale sind zu geeigneten Ansteuersignalen aufzubereiten.

Die Verschußzeit des Verschlusses kann bei der neuen Verwendung der Videokamera auch auf Werte größer als die Bildlänge der Videokamera eingestellt werden. Die einzelnen Aufnahmen werden durch das aktuelle Ende eines Bilds der Videokamera nicht unterbrochen. Das Resultat langer Verschußzeiten ist aber ein vermehrtes Auftreten von Bildern ohne Bildinhalt beim Videosignal der Videokamera. Solche Leerbilder treten jedoch bei der neuen Verwendung sowieso auf, da höchstens jedes zweite Bild einen Inhalt aufweist. Kurze Verschußzeiten, die hinter der Größenordnung der Bildlänge der Videokamera zurückbleiben sind aber häufig deshalb erforderlich, um eine Bewegungsunschärfe der einzelnen Aufnahmen zu verhindern.

Eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Videokamera einen asynchron zu ihrer festen Bildfrequenz ansteuerbaren Verschluß aufweist, der eingangsseitig mit einem ein Ansteuersignal abgebenden Ausgang der Steuerschaltung verbunden ist, daß die Steuerschaltung eingangsseitig mit einem ein Bildaufnahmebereitschaftssignal abgebenden Ausgang der Videokamera verbunden ist und von einem externen Triggersignal beaufschlagt wird und daß die Steuerschaltung aus dem Triggersignal nur dann ein Ansteuersignal generiert, wenn das Bildaufnahmebereitschaftssignal von der Videokamera vorliegt. Kern der Erfindung ist auch hier der asynchron zu der Bildfrequenz der Videokamera wiederholt angesteuerte Verschluß. Er wird durch die Steuerschaltung zur Vermeidung von Fehlaufnahmen nur dann angesteuert, wenn ein Bildaufnahmebereitschaftssignal der Videokamera vorliegt. Das Bildaufnahmebereitschaftssignal wird von der Videokamera im Anschluß an ein Ansteuersignal abgegeben, wenn das aufgrund des Ansteuersignals belichtete Bild vollständig aus der Videokamera ausgelesen ist. Die Berücksichtigung des Bildaufnahmebereitschaftssignals stellt damit sicher, daß die Erneute Betätigung des Verschlusses die vorherige Aufnahme nicht zerstört. Diese Gefahr träte insbesondere dann auf, wenn das externe Triggersignal eine höhere Frequenz als die halbe Bildfrequenz der Videokamera aufweist. Eine Nichtberücksichtigung des Bildaufnahmebereitschaftssignals in der Steuerschaltung hätte in diesem Fall und unter Annahme jeder auch

nur halbwegs gebräuchlichen Videokamera sogar den Verlust aller Aufnahmen während des Auslesens zur Folge. Nur bei niederfrequenten, deutlich unterhalb der Bildfrequenz der Videokamera angeordneten Triggersignalen kann auf die eingangsseitige Verbindung der Steuerschaltung mit dem das Bildaufnahmebereitschaftssignal abgebenden Ausgang der Videokamera verzichtet werden. Die potentielle Funktionsbeeinträchtigung der Vorrichtung ist bei solchen Triggersignalen unerheblich, bei höherfrequenten Triggersignalen jedoch beträchtlich. Gerade bei höherfrequenten Triggersignalen ist aber das vornehmliche Einsatzgebiet der neuen Vorrichtung zu sehen.

Die Steuerschaltung kann eingangsseitig mit einem das Triggersignal abgebenden Ausgang eines akustischen, optischen oder elektromagnetischen Detektors verbunden sein, der den Zeitpunkt ausgewählter Ereignisse des auf zuzeichnenden Vorgangs anzeigt. Bei dem Triggersignal kann es sich zwar auch um ein freies, unabhängig von dem Vorgang generiertes Signal handeln, vorteilhafterweise wird es aber unmittelbar aus dem zu beobachtenden Vorgang gewonnen. Hierzu ist der Detektor vorgesehen, dessen Typ auf die Erkennbarkeit des Ereignisses abzustimmen ist, dessen Zeitpunkt zum Auslösen des Verschlusses genutzt werden soll. Das Triggersignal des Detektors wird von der Steuerschaltung nur dann in ein Ansteuersignal für den Verschluß umgewandelt, wenn das Bildaufnahmebereitschaftssignal der Videokamera vorliegt.

Darüberhinaus kann dem Eingang der Steuerschaltung für das Triggersignal ein Zeitverzögerungsglied vorgeschaltet sein. Das Zeitverzögerungsglied dient bei periodischen Vorgängen zur konstanten oder kontinuierlich veränderlichen Phasenverschiebung des Triggersignals und bei nichtperiodischen Vorgängen zur entsprechenden Verschiebung der einzelnen Triggerimpulse. Auf diese Weise sind bei jedem sich wiederholenden Vorgang zu verschiedenen Phasenwinkeln bzw. Relativzeitpunkten Standbilder und Zeitlupenaufnahmen des Vorgangs herstellbar.

Der Videoausgang der Videokamera kann unmittelbar mit einem Videomonitor verbunden sein. Das Videosignal der Videokamera der neuen Vorrichtung erfüllt die Videonorm. Von daher ist ein herkömmlicher Videomonitor an die Videokamera ausgangsseitig anschließbar. Daß nicht jedes Bild der Videokamera mit einer Aufnahme des Vorgangs belichtet ist, macht sich dabei in Form unbelichteter, schwarzer Zwischenbilder bemerkbar.

Insbesondere zur Beobachtung langsamerer Vorgänge mit Einzelaufnahmen, die untereinander Abstände im Bereich eines Vielfachen der Bildlänge der Videokamera aufweisen, ist der Videoausgang der Videokamera daher mit einem vorzugsweise digitalen Bildspeicher verbunden. Der Bildspeicher ergänzt das Videosignal der Videokamera zu den Zeiten der unbelichteten Bilder durch Wiederholungen der zuvor ausgelesenen Bilder. Damit ergibt die Darstellung des Videosignals auf einem Videomonitor ein flackerfreies Bild. Darüber hinaus sind die im Bildspeicher gespeicherten Aufnahmen auf verschiedene Weisen auswertbar, beispielsweise als unmittelbare Abfolge der belichteten Bilder oder im Rahmen einer Einzelanalyse durch Rechnergestützte Bildverarbeitung. Digitale Bildspeicher sind an sich bekannt. Sie weisen einen Analog/Digital-Wandler zur punkweisen Digitalisierung des ankommenden Videosignals auf. Die einzelnen digitalen Werte werden gespeichert und sind ohne Veränderung mehrfach abruf-

bar. Dabei wird unter Einsatz eines Digital/Analog-Wandlers aus den digitalen Werten wiederum ein analoges Videosignal generiert. Bei der neuen Vorrichtung kann das Auslesen eines ordnungsgemäß belichteten Bildes von der Videokamera durch ein separates Gültigkeitssignal angezeigt werden. Aufgrund des gesetzten Gültigkeitssignals liest der Bildspeicher ein neue Bilder ein. Bei anschließend zurückgesetztem Gültigkeitssignal gibt er das zuletzt eingelesene Bild solange wieder, bis das Gültigkeitssignal von der Videokamera erneut gesetzt wird. Es sind bereits Videokameras bekannt, die ein separates Gültigkeitssignal beim Auslesen belichteter Bilder ausgeben.

Mit dem das Ansteuersignal abgebenden Ausgang der Steuerschaltung kann zusätzlich eine Blitzlampe verbunden sein. Die Blitzlampe erhöht die von der Videokamera aufzeichnenbaren Lichtintensitäten. Damit sind kürzere Verschlusszeiten möglich. Dies wäre auch bei einer kontinuierlichen Beleuchtung des Vorgangs der Fall.

Demgegenüber gestattet die Beleuchtung des Vorgangs mit der Blitzlampe ein unmittelbar stroboskopische Betrachtung des Vorgangs mit dem Auge. Grundsätzlich ist es aber als Vorteil sowohl der erfindungsgemäßen Verwendung einer Videokamera als auch der neuen Vorrichtung anzusehen, daß bei der stroboskopischen Aufzeichnung des sich wiederholenden Vorgangs eine Blitzbeleuchtung nicht erforderlich ist.

Die Videokamera kann eine Vielzahl Bildsegmente aufweisen, die außerhalb der Verschlusszeit geerdet sind, die nach dem Auslösen des Verschlusses die einfallenden Lichtintensitäten aufintegrieren und die am Ende der Verschlusszeit die aufintegrierten Lichtintensitäten an einen Zwischenspeicher übergeben. Der Verschluss der Videokamera ist in diesem Fall eine in die Videokamera integrierte elektronische Schaltung. Das Auslösen des Verschlusses beendet die Erdung der einzelnen Bildsegmente. Am Ende der Verschlusszeit wird der Inhalt aller Bildsegmente parallel an den Zwischenspeicher übergeben. Aus dem Zwischenspeicher werden die einzelnen Lichtintensitäten zeilenweise ausgelesen, woraus das Videosignal der Videokamera resultiert. Das Auslesen erfolgt jedoch völlig unabhängig von der Betätigung des Verschlusses während des nächsten Bildes der festen Bildfrequenz der Videokamera. Neben diesem elektronischen Verschluss sind auch andere Realisationsmöglichkeiten der Erfindung denkbar. Der hier beschriebene elektronische Verschluss kommt jedoch ohne mechanische Bauteile aus und weist auch in elektronischer Hinsicht einen einfachen Aufbau auf.

Der Verschluss der Videokamera kann auch als Bildverstärker ausgebildet sein. Geeignet wäre beispielsweise ein an sich bekannter Bildverstärker vom "Mico Channel Plate"-Typ, der durch ein Ansteuersignal antriggerbar ist. Diese Realisation der Erfindung wäre jedoch insofern kostenintensiv, als daß ein derartiger Bildverstärker ein aufwendiges optoelektronisches Bauteil ist.

Die Steuerschaltung kann einen Flip-Flop aufweisen, der von dem Bildempfangsbereitschaftssignal gesetzt und von dem Triggersignal zurückgesetzt wird. Mit dem Zurücksetzen des Flip-Flops wird so das den Verschluss der Videokamera auslösende Ansteuersignal generiert. Ein Flip-Flop gehört zu den standardisierten elektronischen Bauteilen und erlaubt so die Anforderungen an die Steuerung bei der neuen Vorrichtung auf einfachste Weise umzusetzen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert und beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform der Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung mit einer Videokamera,

Fig. 2 ein Prinzipschaubild zu dem Verschluss der Videokamera gemäß Fig. 1,

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform der Vorrichtung und

Fig. 4 und 5 verschiedene Signalabfolgen bei der Vorrichtung gemäß Fig. 3.

Die in Fig. 1 wiedergegebene Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung eines sich wiederholenden Vorgangs weist eine Videokamera 1 für die Anfertigung einer Vielzahl von Momentaufnahmen des Vorgangs auf. Der hier nicht separat dargestellte Verschluss der Videokamera 1 ist eingangsseitig mit einem ein Ansteuersignal 7 abgebenden Ausgang einer Steuerschaltung 2 verbunden. Die Steuerschaltung 2 ist ihrerseits eingangsseitig mit einem ein Bildaufnahmebereitschaftssignal 8 abgebenden Ausgang der Videokamera 1 und einem ein Triggersignal 9 abgebenden Ausgang eines Detektors 3 verbunden. Der Detektor 3 generiert das Triggersignal 9 aus wiederholt auftretenden Ereignissen 10 des zu beobachtenden, sich wiederholenden Vorgangs. Der Vorgang ist hier als Objekt 11 angedeutet, auf das die Videokamera 1 ausgerichtet ist. Über einen zweiten Ausgang gibt die Videokamera 1 ein Videosignal 12 an einen Videomonitor 4 ab. Wesentliches Merkmal der Videokamera 1 ist der von der Steuereinrichtung 2 über das Ansteuersignal 7 asynchron zu der Bildfrequenz der Videokamera ansteuerbare Verschluss. Abgesehen von dem Verschluss ist die Videokamera 1 jedoch einer beliebigen Videonorm entsprechend ausgebildet. Insbesondere handelt es sich bei dem Videosignal 12 um ein herkömmliches Videosignal, das auf dem ebenfalls herkömmlichen Videomonitor 4 darstellbar ist. Das zum Ansteuern des Verschlusses dienende Ansteuersignal 7 wird aus dem Triggersignal 9 des Detektors 3 generiert. Hierzu ist ein Flip-Flop vorgesehen. Der Flip-Flop wird von dem Bildempfangsbereitschaftssignal 8 gesetzt und von dem Triggersignal 9 zurückgesetzt. Beim Zurücksetzen entsteht das Ansteuersignal 7. Das Bildempfangsbereitschaftssignal 8 wird dann von der Videokamera abgegeben, wenn eine daraufhin erfolgende Betätigung des Verschlusses zu keiner Beeinträchtigung der vorherigen Aufnahme mehr erfolgen kann. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die vorherige Aufnahme in Form des Videosignals 12 vollständig aus der Videokamera 1 ausgelesen ist. Bei kürzeren Verschlusszeiten liegt das Bildaufnahmebereitschaftssignal regelmäßig zu Beginn jedes zweiten Bildes der Videokamera 1 vor. Entsprechend gibt die Steuerschaltung 2 maximal einmal je zwei Bilder ein Ansteuersignal an den Verschluss ab. Die Anzahl der bei der Steuerschaltung 2 eingehenden Triggersignale 9 ist demgegenüber beliebig. Es ist auch nicht schädlich, wenn kein einziges Triggersignal 9 innerhalb bestimmter Bilder der Videokamera 1 anfallen. In diesem Fall werden die Bilder nur nicht belichtet. Es versteht sich, daß die Verschlusszeit des Verschlusses der Videokamera 1 auch größer als die Bildlänge der Videokamera sein kann, wenn die Belichtung der aktuellen Aufnahme nicht durch das Ende der jeweiligen Bilder der Videokamera beeinträchtigt wird und das Auslesen der Aufnahme erst in dem auf das Ende der Verschlusszeit folgenden Bild erfolgt. Kurze Verschlusszeiten sind aber in der Regel notwendig um Bewegungsunschärfen zu vermeiden. Das von dem De-

tektor 3 in das Triggersignal 9 umgesetzte Ereignis 10 kann verschiedenster Natur sein. Der Detektor 3 muß nur in dem Falle ein Ereignis zu erkennen. Bekannt sind akustische, optische und andere elektromagnetische Detektoren.

Der Verschuß der Videokamera 1 kann auf verschiedene Weise ausgebildet sein. Eine Ausführungsmöglichkeit ist eine elektronische Schaltung, deren Wirkungsweise in Fig. 2 skizziert ist. Die Videokamera 1 gemäß Fig. 1 weist eine Vielzahl von Bildsegmenten 13 in flächiger Anordnung auf, von denen hier zehn beispielhaft wiedergegeben sind. Fig. 2a zeigt die Schaltung der Bildsegmente 13 vor Auslösung des Verschlusses bzw. jeweils bei der Bildaufnahmebereitschaft der Videokamera 1. Alle Bildsegmente 13 sind mit einer Erde 14 verbunden. Entsprechend werden auf die Bildsegmente 13 einfallende Lichtintensitäten bzw. die daraus resultierenden Signale unmittelbar zur Erde 14 abgeleitet. Mit dem Auslösen des Verschlusses werden die einzelnen Bildsegmente 13 isoliert. Dies ist in Fig. 2b wiedergegeben. Die isolierten Bildsegmente 13 integrieren die einfallenden Lichtintensitäten während der Verschußzeit auf. Am Ende der Verschußzeit werden die auf integrierten Lichtintensitäten 15 aller Bildsegmente 13 parallel an einen Zwischenspeicher 16 übergeben. Dieser Schritt ist in Fig. 2c angedeutet. Nach der Verschußzeit ist der in Fig. 2d wiedergegebene Zustand erreicht. Die Bildsegmente 13 sind von dem Zwischenspeicher 16 getrennt. Der Inhalt des Zwischenspeichers 16 wird im Laufe des nächsten Bilds von einer Schaltung 17 in das sequentielle Videosignal 12 ausgelesen. Die Bildsegmente 13 sind in dem auf das Auslesen folgenden Bild wieder aufnahmebereit und gemäß Fig. 2a mit der Erde 14 verbunden. Die Steuerschaltung 2 gemäß Fig. 1 erkennt dies an dem von der Videokamera 1 abgegebenen Bildaufnahmebereitschaftssignal 8. Die Abfolge der belichteten Bilder bei der neuen Verwendung der Videokamera 1 weist daher typischerweise die halbe Bildfrequenz der Videokamera auf.

Eine zweite Ausführungsform der Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung von Vorgängen ist in Fig. 3 wiedergegeben. Hier sind zusätzlich ein Zeitverzögerungsglied 18, eine Blitzlampe 6 und ein Bildspeicher 5 vorgesehen. Das Zeitverzögerungsglied 18 verzögert das von dem Detektor 3 an die Steuerschaltung 2 abgegebene Triggersignal 9 um eine einstellbare, feste oder schrittweise anwachsende Zeitspanne, um wiederholt Bilder zu einem der Zeitspanne entsprechenden Zeitpunkt bzw. Zeitlupenaufnahmen des beobachteten Vorgangs aufzuzeichnen. Die Blitzlampe 6 wird von dem zur Ansteuerung des Verschlusses der Videokamera 1 dienenden Ansteuersignal 7 beaufschlagt. Sie beleuchtet das Objekt 6 synchron mit der Öffnung des Verschlusses. Auf diese Weise werden die von der Videokamera 1 registrierbaren Lichtintensitäten erhöht, was kürzere Verschußzeiten mit geringeren Bewegungsunschärfen zuläßt. Gleichzeitig kann eine direkte stroboskopische Betrachtung des Objekts 11 mit dem Auge erfolgen. Der Bildspeicher 5 ist eingangsseitig mit dem Ausgang für das Videosignal 12 der Videokamera 1 verbunden und dazu vorgesehen, das Videosignal jeweils dann durch eine Wiederholung des letzten belichteten Bildes zu ergänzen, wenn die Videokamera 1 unbelichtete Bilder ausliest. Hieraus resultiert ein auf dem Videomonitor 4 flimmerfrei darstellbares Videosignal 20. Daß die aktuell ausgelesenen Bilder belichtet sind, teilt die Videokamera 1 dem Bildspeicher 5 über ein Gültigkeitssignal 19 mit. Der Bildspeicher ist vorzugs-

weise digital ausgebildet, wobei die ankommenden analogen Bilder des Videosignals 12 mit einem A/D-Wandler digitalisiert und in einem digitalen Speicher abgelegt werden. Zur Wiedergabe des digitalen Speicherinhalts ist ein D/A-Wandler vorgesehen. Der Bildspeicher 5 kann beispielsweise Bestandteil eines Rechners sein, mit dem die einzelnen Aufnahmen des beobachteten Vorgangs darüber hinaus rechnerisch auswertbar sind. Der Bildspeicher 5 ermöglicht also auch eine nachträgliche Auswertung der einzelnen Aufnahmen. Dies erweist sich insbesondere bei langsam ablaufenden Vorgängen, bei denen das Videosignal 12 nur in wenigen belichteten Bildern, d. h. Aufnahmen des Vorgangs enthält, als sinnvoll. Die einzelnen, zeitlich beabstandeten Aufnahmen können beispielsweise mit einer Zeitrasserschaltung zusammengefaßt und als Videosignal 20 auf dem ausgangsseitig mit dem Bildspeicher 5 verbundenen Videomonitor 4 sichtbar gemacht werden. Aber auch bei sehr schnellen Vorgängen ist der Bildspeicher 5 zur Auswertung sinnvoll. Dies gilt insbesondere, wenn die einzelnen Aufnahmen des Vorgangs große, vom menschlichen Auge nicht instantan erfassbare Unterschiede untereinander aufweisen.

In Fig. 4 sind das Triggersignal 9, das Bildaufnahmebereitschaftssignal 8, das Ansteuersignal 7, das Videosignal 12, das Gültigkeitssignal 19 und das Videosignal 20 für einen Einsatzfall der Vorrichtung gemäß Fig. 3 wiedergegeben. Das Triggersignal 7 ist aus einem sich wiederholenden Vorgang gewonnen und weist eine Frequenz auf, die größer als die Halbbildfrequenz der Videokamera 1 ist. D. h., daß die einzelnen Triggerimpulse a bis q einen geringeren Abstand haben als die Länge der Bilder I bis VII in dem Videosignal 12 und dem Videosignal 20. Bei aufnahmebereiter Videokamera 1, also hochgesetztem Bildaufnahmebereitschaftssignal 8 löst der Triggerimpuls a zu Beginn des Bildes I einen Ansteuerimpuls des Ansteuersignals 7 aus. Damit wird der Verschuß der Videokamera 1 betätigt und eine Aufnahme von dem beobachteten Vorgang gemacht. Mit dem Ansteuerimpuls des Ansteuersignals 7 wird zudem das Bildaufnahmebereitschaftssignal 8 zurückgesetzt. Während des Bildes II wird die auf den Triggerimpuls a hin aufgezeichnete Aufnahme A in Form des Videosignals 12 aus der Videokamera 1 ausgelesen. Da es sich um eine belichtete Aufnahme handelt, wird das Gültigkeitssignal 19 hochgesetzt. Entsprechend erscheint die Aufnahme A auch bei dem Videosignal 20. Nach dem vollständigen Auslesen der Aufnahme A aus der Videokamera 1 wird zunächst das Gültigkeitssignal 19 zurückgesetzt. Im Anschluß an den folgenden Synchronisationsimpuls des Videosignals 12 und des Videosignals 20 zu Beginn des Bildes III wird dann das Bildaufnahmebereitschaftssignal 8 erneut hochgesetzt. So ist zum Zeitpunkt des Triggerimpulses f die Videokamera 1 aufnahmebereit und entsprechend wird ein Ansteuerimpuls generiert und der Verschuß der Videokamera betätigt. Währenddessen, also während des Bildes III wird keine Aufnahme, sondern ein unbelichtetes Bild aus der Videokamera 1 ausgelesen. Dies wird von dem Bildspeicher 5 anhand des nicht hochgesetzten Gültigkeitssignals 19 erkannt. Der Bildspeicher wiederholt deshalb die Aufnahme A, die so im Videosignal 20 zweimal hintereinander auftritt. Erst während des Bildes IV wird die dem Triggerimpuls f entsprechende Aufnahme F aus der Videokamera 1 in das Videosignal 12 ausgelesen und aufgrund des hochgesetzten Gültigkeitssignals 19 direkt im Videosignal 20 weitergegeben. Zugleich nimmt der Bildspeicher 5 die Aufnahme F auf, um sie während des

Bilds V zu wiederholen, in dem kein belichtetes Bild in der Videokamera 1 vorliegt. Entsprechend verhält es sich mit den Triggerimpulsen j und o bzw. den Aufnahmen J und O. Das Videosignal weist bei jedem zweiten Bild II, IV, VI eine belichtete Aufnahme A, F, J auf. Beim Videosignal 20 werden die Aufnahmen zusätzlich noch einmal wiederholt, um die leeren Bilder III, V, VII aufzufüllen. Das Videosignal 20 ist auf einem herkömmlichen Videomonitor flimmerfrei darstellbar. Ebenso wie die Aufnahmen A, F, J bei dem Videosignal 12 weisen das Bildaufnahmebereitschaftssignal 8 und das Ansteuersignal 7 im Fall der Fig. 4 eine mittlere Frequenz auf, die der halben Bildfrequenz der Videokamera 1 entspricht. Dennoch ist mit der Videokamera 1 ohne konstruktive Änderungen oder eine Neujustierung ein Vorgang mit beliebiger Periodenlänge beobachtbar, da die Frequenz des aus dem Vorgang gewonnenen Triggersignals 9 für die Funktion der Vorrichtung gemäß Fig. 3 unerheblich ist.

Ein weiteres Beispiel für diese Tatsache liefert Fig. 5. Hier sind dieselben Signale wie in Fig. 4 für einen Anwendungsfall wiedergegeben, bei dem einzelne Triggerimpulse r bis w des Triggersignals 9 in unregelmäßigen Abständen anfallen. Dies entspricht einem sich zwar wiederholenden, aber nicht periodisch ablaufenden Vorgang. Für den ersten, auf die aufnahmebereite Videokamera 1 treffende Triggerimpuls r entspricht der Ablauf bei dem Bildaufnahmebereitschaftssignal 8, dem Ansteuersignal 7, dem Videosignal 12, dem Gültigkeitssignal 19 und dem Videosignal 20 den Abläufen von Fig. 4. Unterschiede resultieren jedoch aus der Tatsache, daß in das Bild III. In dem das Bildaufnahmebereitschaftssignal 8 erneut die Bildaufnahmebereitschaft der Videokamera 1 anzeigt kein Triggerimpuls fällt. Entsprechend unterbleibt eine Ansteuerung des Verschlusses der Videokamera 1 durch einen Ansteuerimpuls des Ansteuersignals 7 und in dem Bild IV kann wie in dem Bild III keine belichtete Aufnahme aus der Videokamera 1 ausgelesen werden. Dies wird jedoch von dem Bildspeicher 5 anhand des Gültigkeitssignals 19 erkannt, so daß er das Videosignal 20 um eine weitere Wiederholung der Aufnahme R ergänzt. Auch hier ergibt sich also ein Videosignal 20, das nicht nur wie das Videosignal 12 der jeweiligen Videonorm entspricht, sondern auch in jedem Bild II bis VII einen Bildinhalt aufweist und auf den Videomonitor VI gemäß Fig. 3 flackerfrei darstellbar ist.

Bei der neuen Verwendung der Videokamera 1 ist zwar die Frequenz, mit der Aufnahmen von dem zu beobachtenden Vorgang aufgezeichnet werden können nach oben begrenzt. Die Obergrenze liegt bei der halben Bildfrequenz der Videokamera 1. Dennoch sind Triggersignale 9 mit beliebigen Abfolgen der einzelnen Triggersignale problemlos verarbeitbar. Dabei führen zwar nicht alle einzelnen Triggersignale zu einer Aufnahme des Vorgangs, vorteilhafterweise fallen die aufgezeichneten Aufnahmen jedoch in leicht weiterverarbeitbarer Videonorm an. Außerdem wäre eine höhere Bildwechselfrequenz als mit der erfindungsgemäßen Verwendung einer Videokamera bzw. der neuen Vorrichtung erreichbar zumindest bei Auswertung der stroboskopischen Aufzeichnungen mit dem menschlichen Auge nicht nutzbar.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Videokamera
- 2 Steuerschaltung

- 3 Detektor
- 4 Videomonitor
- 5 Bildspeicher
- 6 Blitzlampe
- 7 Ansteuersignal
- 8 Bildaufnahmebereitschaftssignal
- 9 Triggersignal
- 10 Ereignis
- 11 Objekt
- 12 Videosignal
- 13 Bildsegmenten
- 14 Erdung
- 15 Lichtintensität
- 16 Zwischenspeicher
- 17 Schaltung
- 18 Zeitverzögerungsglied
- 19 Gültigkeitssignal
- 20 Videosignal

#### Patentansprüche

1. Verwendung einer Videokamera mit einem asynchron ansteuerbaren Verschuß zur stroboskopischen Aufzeichnung von sich wiederholenden Vorgängen, wobei mit der Videokamera (1) eine Vielzahl von Momentaufnahmen des Vorgangs angefertigt wird, wobei der Verschuß der Videokamera (1) für jede Momentaufnahme des Vorgangs in Abhängigkeit von einem externen Triggersignal (9), asynchron zu der festen Bildfrequenz der Videokamera (1) belichtet wird und wobei die Belichtung nur dann erfolgt, wenn die vorherige Momentaufnahme bereits aus der Videokamera ausgelesen ist.
2. Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung und Wiedergabe von sich wiederholenden Vorgängen, mit einer Videokamera für die Anfertigung einer Vielzahl von Momentaufnahmen des Vorgangs und mit einer Steuerschaltung, dadurch gekennzeichnet, daß die Videokamera (1) einen asynchron zu ihrer festen Bildfrequenz ansteuerbaren Verschuß aufweist, der eingangsseitig mit einem ein Ansteuersignal (7) abgebenden Ausgang der Steuerschaltung (2) verbunden ist, daß die Steuerschaltung (2) eingangsseitig mit einem ein Bildaufnahmebereitschaftssignal (8) abgebenden Ausgang der Videokamera (1) verbunden ist und von einem externen Triggersignal (9) beaufschlagt wird und daß die Steuerschaltung (2) aus dem Triggersignal (9) nur dann ein Ansteuersignal (7) generiert, wenn das Bildaufnahmebereitschaftssignal (8) von der Videokamera (1) vorliegt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (2) eingangsseitig mit einem das Triggersignal (9) abgebenden Ausgang eines akustischen, optischen oder elektromagnetischen Detektors (3) verbunden ist, der den Zeitpunkt ausgewählter Ereignisse (10) des aufzeichnenden Vorgangs detektiert.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß dem Eingang der Steuerschaltung (2) für das Triggersignal (9) ein Zeitverzögerungsglied (9) vorgeschaltet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der ein Videosignal (12) abgebende Ausgang der Videokamera (1) mit einem Videomonitor (4) verbunden ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der das Videosignal



(12) abgebende Ausgang der Videokamera (1) mit einem digitalen Bildspeicher (5) verbunden ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Blitzlampe (6) mit dem das Ansteuersignal (7) abgebenden Ausgang der Steuerschaltung (2) verbunden ist. 5

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschluß der Videokamera (1) als Bildverstärker ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, 10 dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (2) einen FLIP-FLOP aufweist, der von dem Bildempfangsbereitschaftssignal (8) gesetzt und von dem Triggersignal (9) zurückgesetzt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

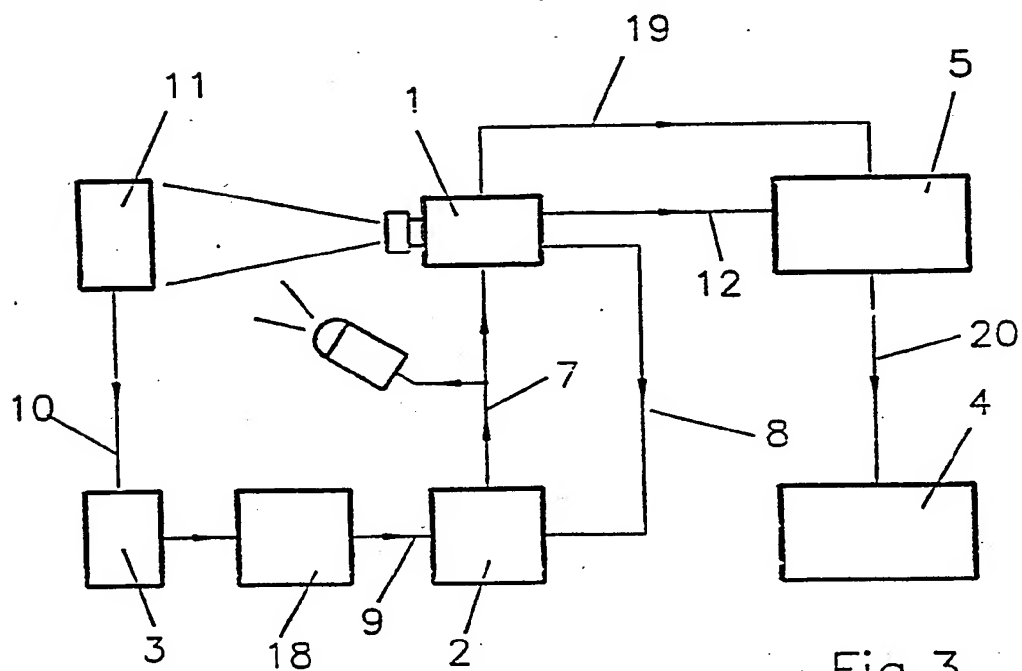
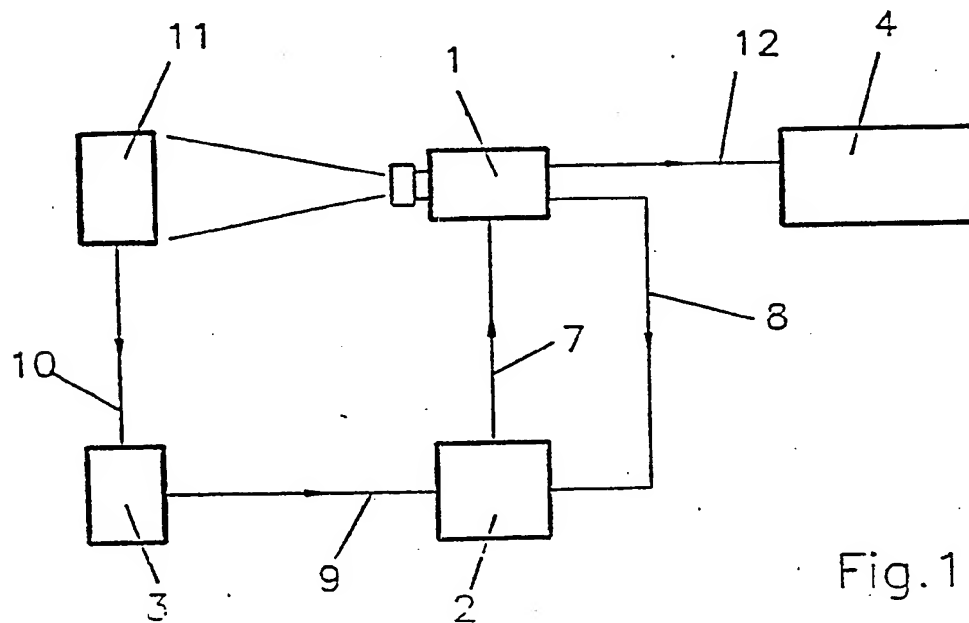
45

50

55

60

65





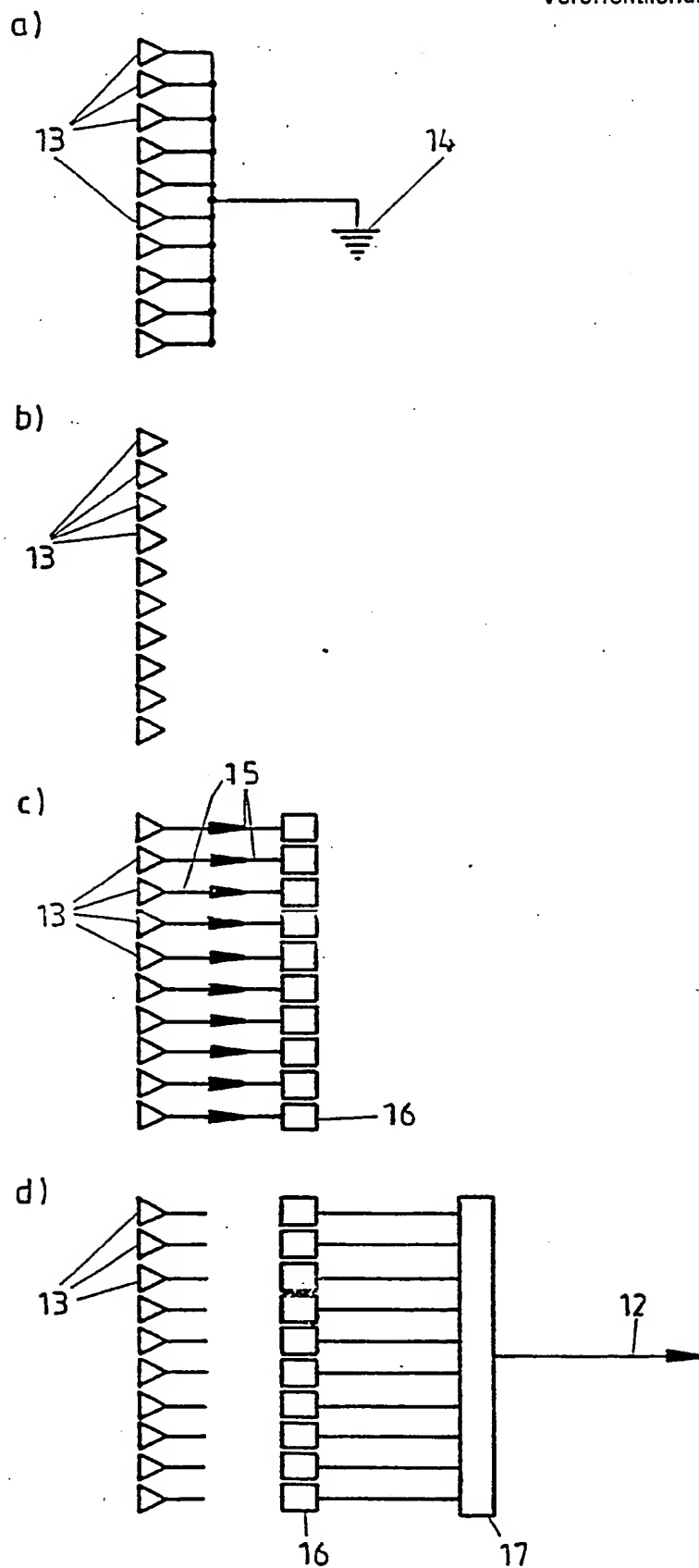


Fig. 2

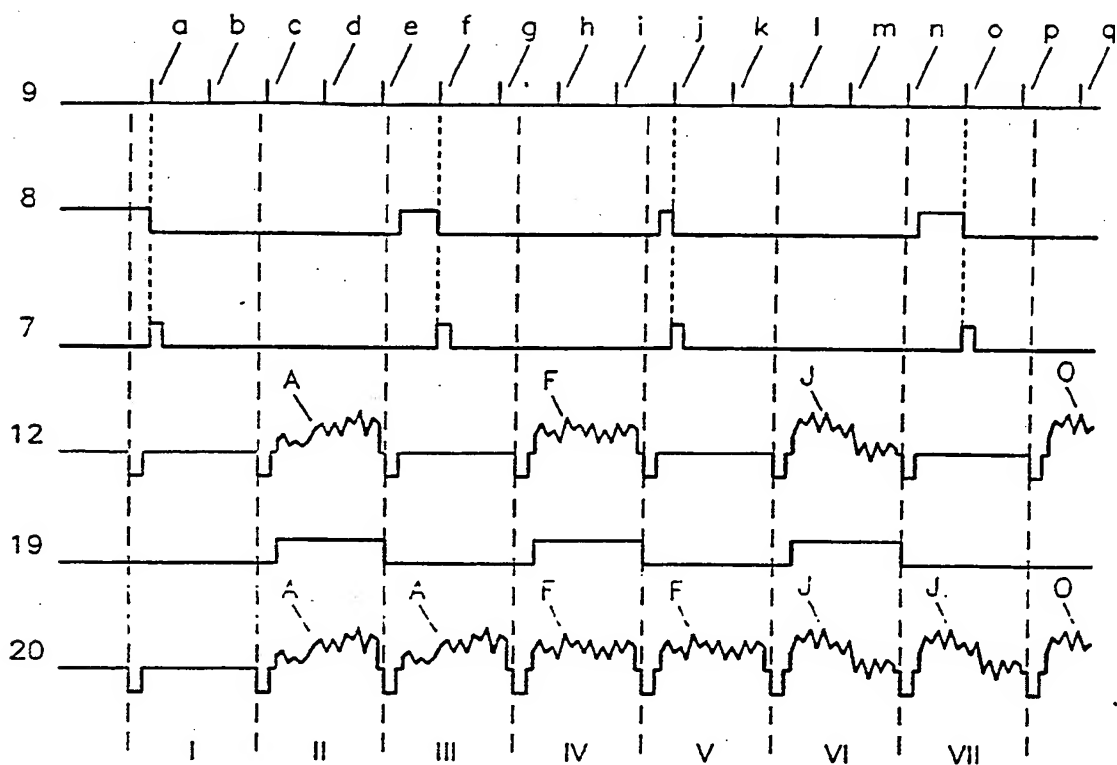


Fig.4

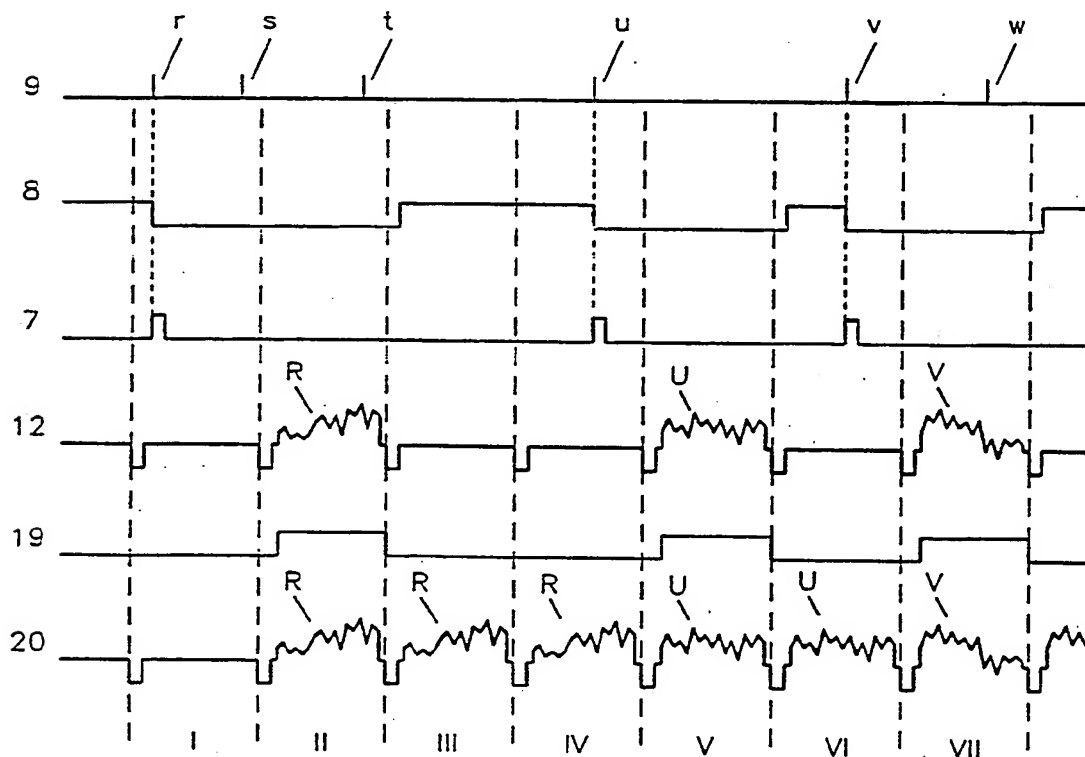


Fig.5